

13. Plotnikova I.V., Chicherina N.V., Stepanov A.B. Mathematic modeling of the method of measurement relative dielectric permeability// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. –V. 363 (1) 012006. DOI: 10.1088/1757-899X/363/1/012006

14. Гольдштейн А.Е., Вавилова Г.В. Технологический контроль погонной емкости электрического кабеля в условиях значительных изменений солености воды. // Контроль. Диагностика. –2013. –№ 9. – С. 57-60.

15. Мазиков С.В., Вавилова Г.В. Метрологическое обеспечение измерителя емкости САР-10.1 // Ползуновский вестник. – 2016. – № 2. – С. 65-68.

УДК 54.064

## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ГОРОДА ТОМСКА

*Савченко Екатерина Дмитриевна, Анохин Константин Васильевич, Букиша Александр Артемьевич, Швецов Даниил Юрьевич, Толпекин Данил Павлович*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

*E-mail:eds12@tpu.ru*

## EVALUATION OF SNOW COVER POLLUTION IN TOMSK

*Savchenko Ekaterina Dmitrievna, Anokhin Konstantin Vasilevich, Buksha Alexandr Artemevich, Shvetsov Daniil Yurevich, Tolpekin Danil Pavlovich*

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

**Аннотация:** В данной статье представлены результаты оценки загрязненности снежного покрова промышленных районов города Томска. Проведено сравнение полученных результатов с установленными нормативными значениями. Качество снежного покрова зависит от многих факторов, например, от интенсивности выбросов автотранспорта и других источников загрязнения атмосферного воздуха. В данной работе проведено сопоставление качества снежного покрова с возможными источниками поступления токсикантов в окружающую среду. Данный вопрос актуален для крупных промышленных городов.

**Abstract:** This article presents the results of the evaluation of snow cover pollution on industrial areas of Tomsk. The obtained results were compared with the established normative values. The quality of snow cover depends on many factors, such as the intensity of emissions from vehicles and other sources of air pollution. This paper compares the quality of snow cover with possible sources of toxicants into environment. This issue is relevant for industrial cities.

**Ключевые слова:** вредные вещества, оценка загрязненности, снежный покров, качество атмосферного воздуха.

**Keywords:** contaminant, evaluate of pollution, snow cover, air quality.

Вопрос о состоянии окружающей среды в проекции на последние несколько десятилетий становится все более актуальным на фоне увеличения деятельности человека в сфере производства. Один из самых наглядных показателей чистоты города - белый снежный покров. В зимний период происходит накопление загрязняющих веществ (ЗВ), выбрасываемых различными предприятиями, в толще снега. В последующем загрязняющие вещества имеют возможность мигрировать в другие среды: водные объекты, почва, растительность. Повышенные концентрации ЗВ в различных средах (вода, почва) тем или иным образом негативно отражаются на здоровье населения, поскольку эффективно накапливаются в пищевых цепях. Поэтому вопрос исследования качества снежного покрова вблизи промышленных объектов является актуальным.

Объектом исследования в данной работе являются пробы снега, отобранные вблизи предприятий, являющихся источником негативного воздействия на окружающую среду. По

состоянию снежного покрова можно судить о величине выбросов ЗВ в атмосферу от стационарных источников. В снежном покрове происходит концентрирование экотоксикантов, поэтому при таянии снега вредные вещества с поверхностным стоком активно поступают в близлежащие водоемы или сорбируются почвенным покровом в больших количествах.

Целью данного исследования была оценка качества снежного покрова г. Томска.

В работе [2] по данным мониторинга снежного покрова и атмосферного воздуха Мурманской области за 2016 год показано, что уровень загрязнения снега различными веществами напрямую зависит от состояния атмосферы. В зимний период были взяты пробы снега и воздушной среды для анализа на тяжелые металлы (в том числе и свинец). Результаты показали превышение установленных норм в несколько раз в снежном покрове, однако при анализе атмосферного воздуха на аналогичные компоненты в летний период, концентрация свинца не превышала уровня ПДК, составляя 0.5 часть от концентрации в снежном покрове. На основании еще нескольких аналогичных исследований в других регионах Российской Федерации можно сделать выводы о связи объектов окружающей среды между собой. Вредные\опасные вещества осаждаются на снег из атмосферного воздуха и возвращаются обратно, испаряясь из водных объектов. Таким образом, с помощью оценки загрязненности снежного покрова можно предварительно оценивать уровень угрозы для всех объектов биосферы, что позволяет заранее разработать защитные меры.

Для данного исследования пробы отбирались с территорий, близ промышленных объектов и (для сравнения) с территорий, не подвергающихся промышленному загрязнению: общежитие ТПУ №11, Томская ГРЭС-2, АЗС (Яковлева, 50), Электро-ламповый завод. В пробах была определена концентрация тяжелых металлов (свинец, медь, хром), хлоридов и водородный показатель.

В работе для определения концентрации хлорид-ионов и pH среды был использован метод потенциометрии. Суть метода заключается в регистрации потенциалов электродов в определяемых пробах.

$$E(pH)=0,402-0,056*pH,V$$

Метод определения величины pH проб основан на измерении ЭДС электродной системы, которая изменяется в зависимости от концентрации ионов водорода в растворе [3].

Для определения pH проводили регистрацию значений разности потенциалов буферных растворов при помощи комбинированного датчика. По полученной градуировочной зависимости (см. рисунок), был определен pH исследуемых проб.

Контроль концентрации хлорид-ионов в снежном покрове обусловлен активным использованием в зимний период песко-солянной смеси, наиболее популярным способом борьбы с гололедом на сегодняшний день. В своем составе эти смеси имеют высокое содержание хлоридов. В теплое время года, мигрируя из снега в почву и водные объекты, хлорид-ионы оказывают пагубное воздействие на почву и растительность.

В работе для определения концентрации хлорид-ионов использовали метод ионометрии, где в качестве рабочего электрода применяли ион-селективный электрод, в качестве электрода сравнения – хлорид-серебряный электрод. [4]

Была получена градуировочная зависимость для стандартных растворов с известной концентрацией хлорид-ионов (в диапазоне концентраций  $10^{-1} - 10^{-4}$  моль/л).

По градуировочной зависимости были определены концентрации хлорид-ионов в исследуемых пробах снега.

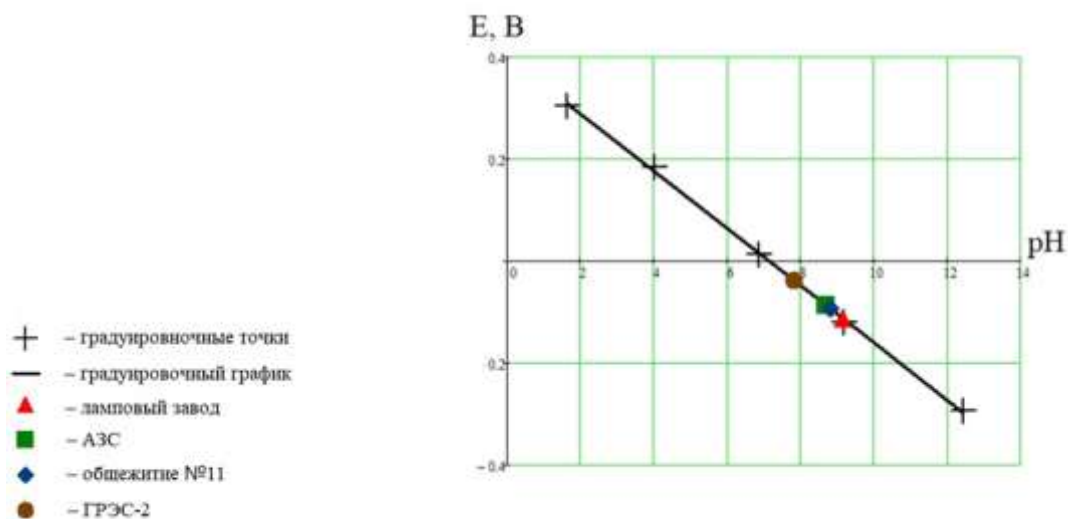


Рисунок – График зависимости ЭДС электродной системы от кислотности среды  $E(pH)$

Для определения концентрации меди и хрома в пробах снега был использован метод фотометрии. Он основан на избирательном поглощении электромагнитных излучений различных участков спектра атомом, ионом или молекулой анализируемого вещества.

Для анализа проб, содержащих 0,02—0,2% хрома, используют фотометрический метод, основанный на реакции бихромата с дифенилкарбазидом. В качестве раствора сравнения используется дистиллированная вода. Дифенилкарбазид в кислой среде взаимодействует с хромом (VI) с образованием растворимого соединения красно-фиолетового цвета. В спектре поглощения продукта реакции наблюдается интенсивная полоса с  $\epsilon_{\max}=4.2 \times 10^4$ . Фотометрируют растворы в кюветах с длиной светопоглощающего слоя 3 см при длине волны  $\lambda=525$  нм и строят градуировочный график [5].

Определение меди (II) основано на образовании комплексных ионов с аммиаком, обладающих интенсивной сине-фиолетовой окраской. Методика фотоколориметрического определения катионов меди основана на измерении светопоглощения медно-аммиачного комплекса, имеющего полосу с  $\epsilon_{\max}=10^2$ . В качестве раствора сравнения используют дистиллированную воду. Фотометрируют в кюветах  $l=3$  см при  $\lambda=620$  нм и строят градуировочный график. По значению оптической плотности исследуемого раствора с помощью графика находят соответствующее ей значение концентрации [6].

Результаты определения массовых концентраций загрязняющих веществ в отобранных пробах снега представлены в таблице 1.

Таблица 1 – массовые концентрации ЗВ в пробах снега

Место отбора пробы	АЗС	Электроламповый завод	Общезитие №11	ГРЭС – 2
pH	8,694	9,159	8,819	7,804
$C(Cl^-)$ , мг/л	35,7	3,8	8,0	32,9
$C(Cu(VI))$ , мг/л	125,75	97,31	43,93	54,35
$C(Cr(VI))$ , мг/л	12,79	9,92	4,80	9,36
$C, (Pb(II))$ мг/л	103,5	103,5	103,5	310,5

Полученные значения концентраций ЗВ можно сравнить с установленными нормативами (см. таблица 2) [7-10].

Таблица 2 – ПДК загрязняющих веществ

Показатель	ПДК <sub>1</sub> , мг/л	ПДК <sub>2</sub> , мг/л	ПДК <sub>3</sub> , мг/кг
Свинец	0,006	0,01	32,0
Хром	0,00001	0,0005	2,1
Медь	–	1	3,0
Хлорид-ионы	300	350	360

Для водородного показателя (рН) диапазон допустимых значений в водной среде составляет 6-9, в почвах зависит от климатических условий рассматриваемого региона. В Томской области средний показатель кислотности почв составляет 5.4.

По итогам проведенной работы можно оценить качество снежного покрова в четырех районах Томска. На территории санитарно-защитной зоны ГРЭС -2 наблюдается наименьшее значение кислотности снега среди рассматриваемых объектов. Однако, можно сказать, что все исследуемые пробы не превышают установленного норматива по кислотности среды.

Аналогичная ситуация наблюдается по концентрациям хлорид-ионов, на территории города превышения установленных норм не зарегистрировано.

По результатам исследования концентрация всех оцениваемых тяжелых металлов не входит в границы ПДК. На территории вокруг общежития №11 нет производственных объектов, это сказывается на результатах анализа проб – показатели ниже, чем у территорий, подверженных вредному воздействию производственных объектов. Вблизи ГРЭС – 2 не находится других крупных предприятий поэтому, можно предположить, что именно этот объект вносит серьезный вклад в накопление свинца в снежном покрове. Однако, расположенная неподалеку автозаправочная станция также является источником

В результате проведенного исследования было показано, что состав снежного покрова качественно и количественно характеризует выбросы производственных объектов. Почвы, расположенные вблизи крупных промышленных предприятий, накапливают большое количество ЗВ. Поскольку почвы малоподвижные структуры, то миграция экотоксикантов из почвенных структур осуществляется по пищевым цепям. Воздушная среда более подвижна и все вредные вещества, поступающие в атмосферу, с течением времени изымаются из нее с помощью различных процессов (седиментация, выпадение осадков и т.д.). Наиболее подвижной средой являются водные объекты, которые постоянно подпитываются различными источниками. Поэтому весьма важно контролировать качество поверхностного стока, питающего водные объекты.

В данной работе показано, что снежный покров вблизи производственных объектов аккумулирует различные экотоксиканты, такие как тяжелые металлы, хлориды и т.д. Контроль качества снежного покрова показывает необходимость снижения негативного воздействия предприятий на окружающую среду.

#### Список литературы

1. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Об охране окружающей среды».
2. Министерство природных ресурсов и экологии мурманской области. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды мурманской области в 2016 год – 2017. –С.6-10.
3. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений рН проб вод потенциометрическим методом
4. РД 52.24.361-2008 Массовая концентрация хлоридов в водах. Методика Выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом.
5. ГОСТ Р 52962-2008 Вода. Методы определения содержания хрома (VI) и общего хрома. Фотометрический метод определения содержания хрома (VI), общего хрома и хрома (III)

6. ГОСТ 22536.8-87\* Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения меди. Фотометрический метод определения меди в виде аммиачного комплекса при массовой доле 0,10-0,50 %

7. Романенко С.В., Кагиров А.Г., Шеховцова Н.С., Ларионова Е.В., Романенко Э.С. Физико-химические методы анализа объектов окружающей среды. Практикум –2016. – С. 99.

8. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»

9. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»

10. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»

УДК 658.562:005

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ «ШЕСТЬ СИГМ»**

*Савчик Елена Николаевна, Манакова Ирина Александровна, Левшина Виолетта Витальевна*

*Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск  
E-mail: savchik\_elena@mail.ru*

## **IMPROVEMENT OF PROCESSES OF THE ENTERPRISE'S QUALITY MANAGEMENT SYSTEM BASED ON THE SIX SIGM METHODOLOGY**

*Savchik Elena Nikolaevna, Manakova Irina Aleksandrovna, Levshina Violetta Vitalievna  
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk*

**Аннотация:** В статье обосновано применение методологии «Шесть сигм» с целью повышения эффективности процессов системы менеджмента качества предприятия. Проведен сравнительный анализ циклов PDCA и DMAIC и определены зоны их интеграции. Предложены методы управления качеством, позволяющие реализовать этапы цикла DMAIC на примере конкретного предприятия. Проведен FMEA-анализ процесса предприятия.

**Abstract:** The article substantiates the application of the Six Sigma methodology in order to increase the efficiency of the processes of the enterprise quality management system. A comparative analysis of the PDCA and DMAIC cycles was carried out and the zones of their integration were determined. Quality management methods are proposed that allow implementing the stages of the DMAIC cycle on the example of a specific enterprise. FMEA-analysis of the enterprise process.

**Ключевые слова:** система менеджмента качества; процесс; цикл PDCA; цикл DMAIC; методы управления качеством.

**Keywords:** quality management system; process; PDCA cycle; DMAIC cycle; quality management methods.

В настоящее время эффективное управление качеством рассматривается как ключевой фактор системы менеджмента предприятия, обеспечивающий конкурентоспособность и стабильное развитие. Одним из стратегических решений улучшения результатов деятельности, направленных на устойчивое развитие, является внедрение системы менеджмента качества (далее – СМК) в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-